

실내 위치 측위 효율성 분석을 위한 비콘 신호 특성 연구

현미진¹, 김봉현^{2*}

¹경남대학교 컴퓨터공학부 박사수료, ²유원대학교 스마트IT학과 교수

Study on the Beacon Signal Characteristic for Efficiency Analysis of Indoor Positioning

Mi-Jin Hyun¹, Bong-Hyun Kim^{2*}

¹Ph. D. Student, Department of Computer Science and Engineering, Kyungnam University

²Professor, Department of Smart IT, U1 University

요 약 최근 들어, 실내 공간에서의 활동 영역이 넓어지면서 실내 공간에서의 사용자 위치 측위, 추적, 공간 패턴 분석, 환경 분석 등 다양한 형태의 공간 활용 서비스 기술이 개발, 적용되고 있다. 이러한 실내 공간에서의 서비스 기술을 위해 BLE 기반의 Beacon이 대표적으로 사용되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 비콘을 기반으로 실내 위치 측정에 대한 신호를 수집, 분석하여 비콘을 이용한 실내 위치 측정의 효율성을 분석하기 위한 모듈을 설계하였다. 실험 결과, 근거리에서 측정된 데이터의 정확도가 높으며, 실내 공간에서 장애물이 없을수록 위치 데이터가 보다 정확하게 추출되는 것으로 분석되었다.

주제어 : 실내 위치 측위, 비콘, 위치 서비스, 저전력 블루투스, 비콘 신호 분석.

Abstract Recently, the activity area in the indoor space has been widening. Various types of service technologies have been developed and applied user location, tracking, spatial pattern analysis and environmental analysis in indoor space. BLE-based beacon is used for the service technology in the indoor space. Therefore, in this paper, we collected and analyzed signals for indoor positioning based on beacon. For this purpose, a module was designed to analyze the efficiency of indoor location measurement using beacon. Experimental results show that the accuracy of the measured data at close range is improved. Also, it was analyzed that the more accurate the position data is extracted without the obstacle in the indoor space.

Key Words : Indoor positioning, Beacon, Positioning service, BLE Bluetooth, Beacon signal analysis.

1. 서론

최근 들어, 일상적인 생활은 물론, 업무활동, 쇼핑, 여가활동, 엔터테인먼트 활동 등 다방면에서 대부분의 활동들이 주로 실내에서 이뤄지고 있다. 뿐만아니라, 고령화 사회가 진행되면서 전국적으로 요양병원과 같은 시설이 증가하고 있다. 또한, 유치원, 어린이집 등에서도 환경적인 문제 등으로 인해 대부분의 유아 활동을 실내에서

진행하고 있는 실정이다. 이로 인해, 실내 공간에 대한 위치 측위, 사용자 추적, 공간 패턴 분석, 환경 분석 등 다양한 형태의 실내 공간 활용 서비스 기술이 개발, 적용되고 있다.

이와 같이, 실내 공간에서의 생활 패턴이 증가하면서 실내 공간에 대한 IT기술의 급속한 발전과 이동 통신 및 무선 통신을 비롯한 ICT 융합 기술의 확대로 인해 실내 공간에서의 다양한 활동들이 증가하고 있다. 이로 인해,

*This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(No. 2018049318)

*Corresponding Author : Bong-Hyun Kim (bhkim@u1.ac.kr)

Received September 11, 2018

Accepted November 20, 2018

Revised October 19, 2018

Published November 28, 2018

일상 생활 중 실내 공간내에서 활동하는 비율은 점차 증가하고 있으며, 내비게이션 등과 같은 서비스 기술들이 점차 실내공간을 대상으로 확장되어 가고 있다[1].

초기의 위치 기반 서비스는 GPS(Global Positioning System)와 같은 위성항법 시스템을 통해 사용자의 위치 정보값을 파악, 획득하는 방식으로 대부분의 실외 공간에 한정되어 사용되었다. 물론, GPS의 특성상 5m 내외의 오차 범위까지 발생하여 실외 공간에서의 위치도 정확도가 많이 떨어지는 상태였다. 즉, 기존에는 GPS를 이용하여 스마트폰 사용자의 위치를 파악하고 추적하는 기술이 사용되었으며, 스마트폰을 소지한 이동통신 단말기를 이용한 위치 추적 방식이 있다. 그러나, 이러한 방식은 이동통신사의 서비스 비용 가입 및 청구가 별개로 요구되고, 이동통신사에서 제공하는 프로그램을 사용할 경우, 해당 프로그램 사용에 대한 주기적인 비용 청구가 발생하기 때문에 이에 대한 부담이 크게 작용한다[2][3]. 또한, 기지국에 의해 제공되는 데이터를 이용하여 위치 추적을 수행하므로 위치 오차가 크다는 단점이 있다. 현재는 서비스 가용 범위가 실내 공간으로 확대되고 있으며, 오차 범위도 1m 이내로 감소하여 손쉽게 사용되고 있으며, 그 수요가 지속적으로 증가하고 있다.

일반적으로 알려진 위치기반 서비스 제공을 위한 측위 기술은 이동통신망의 기지국 셀 정보인 RF전파환경 정보를 이용하는 네트워크 기반 방식과 GPS 수신기를 이용한 GPS 측위 방식이 있다. 그러나, 2가지 방식이 공통적으로 전파 수신 환경이 좋은 실외에서 사용하기 적합하다는 특징이 있다. 따라서, 주변 환경의 영향을 받는 실내와 같은 공간에서는 적합하지 않다는 문제점이 지적되고 있다. 또한, 이를 해결하기 위해서는 고가의 송수신 장비 및 중계 장치가 필요하며, 높은 에너지 전파에 지속적으로 노출될 경우, 인체에 해롭다는 문제점이 있다[4].

실내 위치 측위에 대한 수요 증가에 따라 실내 공간에서 사용자 또는 사물의 위치를 측정하고 파악할 수 있는 실내 위치 측위 기술이 점차 발전하고 있으며, 다양한 기술들이 연구, 개발되고 있다. 정보통신 기술이 급속도로 발전하면서 세계적으로 다양한 연구가 진행되고 있으며, 기술 개발을 통한 제품 상용화도 진행되고 있다. 그러나, 많은 실내 위치 측위 기술들이 연구되면서, 다양한 제품들이 활용되고 있지만, 기술들마다 차이가 있으며 이로 인해 각각의 장단점이 발생하면서 사용자의 요구 및 환경 등에 따라 적용되고 있다[5]. 그림 1은 전세계 실내 위

치 측위 시스템 시장의 매출액 규모를 나타낸 것이다.

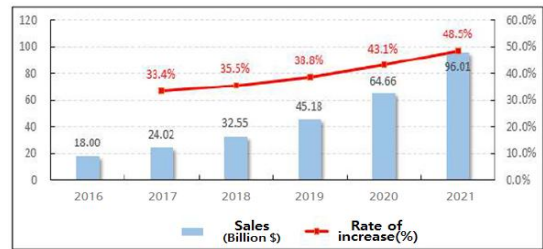


Fig. 1. Worldwide LBS market sales account trends

현재, 대부분의 위치 측정은 스마트 디바이스에서 GPS, Wi-Fi 신호 등을 결합하여 실외에서 사용자의 위치를 파악하고 결과 데이터를 지도 등의 표시하는 내비게이션 서비스 제공이 가능하다. 반면 실내 위치확인 시스템(이하, IPS라 칭함)은 GPS 정보를 정확하게 수신할 수 없기 때문에 사용자의 정확한 위치도 파악할 수 없는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제 해결을 위해 기존의 서비스들은 WLAN(Wireless Local Area Network), 블루투스(Bluetooth), UWB(Ultra Wide Band), 초음파(Ultrasonic sound), Beacon(비콘) 등을 기반 기술로 활용하여 실내 공간에 있는 사용자의 위치를 파악하고, 결과 정보를 기반으로 서비스를 제공하였다[6][7].

따라서, 본 논문에서는 다양한 실내 위치 측정 기법 중 정확성을 향상시킬 수 있으며 기반 서비스와 호환성이 좋은 실내 위치 측정 기술을 분석하기 위한 연구를 수행하였다. 이를 위해, 최근 다양한 분야에서 실내 위치 측정에 활용되고 있는 비콘을 기반으로 실내 위치 측정에 대한 신호를 수집, 분석하여 비콘을 이용한 실내 위치 측정의 효율성을 분석하기 위한 설계 및 실험을 수행하고 결과를 분석하였다.

2. 기술 현황

현재, WLAN, Bluetooth, UWB, Ultrasonic sound, Beacon 등을 기준으로 건물 내부에 있는 사용자의 위치를 측정하는 서비스를 제공하고 있다. WLAN은 현재 가장 널리 쓰이고 있는 무선 통신 방식 중 하나로 WLAN 신호 전파의 신호 강도(Signal Strength), 도착 시간 차(TDOA: Time Difference of Arrival), AOA(Angle of Arrival) 등을 사용한다. 이 중 WPS(Wi-Fi Positioning

System)의 경우 WLAN 기반 측위 기술로, 도시 곳곳에 설치된 Wi-Fi 무선 공유기를 이용하여 단말기의 위치를 추정하는 방식이다. 오차 범위는 이론상 약 5m로 제시되고 있다. 하지만 AP간의 장애물이 없는 곳에서 가까운 거리를 측정하였을 때 비교적 실제와 비슷한 거리가 측정되며, 장애물이 많아지거나 거리가 멀어지면 오차의 범위가 증가하게 되는 문제가 있다[8].

초음파 센서는 위치인식 시스템에서 광범위하게 적용되고 있다. 초음파 신호를 이용하여 특정 물체에 대한 시간차를 추출하고, 이를 이용하여 다수의 송, 수신기들 사이의 거리 데이터를 도출할 수 있다. 이렇게 수집된 거리 데이터를 이용하여 위치 및 방향을 측정한다. MIT에서 개발한 크리켓(cricket) 시스템이 대표적인 초음파 Beacon 위치인식 시스템인데, 고정 노드의 위치와 주위 환경에 따라 초음파 신호의 간섭이 심하다는 문제가 있으며, 반송파에 의해서 인식률의 오차가 발생에 대한 문제가 나타나고 있다[9][10].

UWB는 단거리 구간에서 저전력으로 넓은 스펙트럼 주파수를 이용하여 많은 양의 데이터를 전송하기 위한 무선 기술을 의미한다. UWB는 변·복조 기능이 필요없고, 낮은 전력 밀도를 가진다. 또한, 투과성이 높아 건물 내의 벽이나 장애물 등을 통과할 수 있다. 이러한 특징을 이용하여 실내 공간에서 사람이나 사물의 위치를 보다 정확하게 파악할 수 있어 실내 위치인식에 많이 사용되고 있다. 그러나, 임펄스를 이용하기 때문에 대역폭이 확산되기 때문에 기존에 사용하고 있는 다른 무선 통신 시스템에 장애를 일으킬 수 있다[11][12].

RFID(Radio Frequency Identification)기술은 사물에 부착된 태그로부터 전파를 이용하여 사물의 정보 및 주변 환경을 인식하여 정보를 수집, 저장함으로써 사물에 대한 측위, 관리 및 사물과 정보 교환 등 다양한 서비스를 제공할 수 있다. RFID 기술은 태그를 부착한 물체가 리더기의 인식 범위에 포함되면 리더기는 태그에 신호를 송신하고, 태그는 리더기의 신호에 응답 수신을 한다. 리더기는 특정 주파수를 가지는 연속적인 전자파를 변조하여 태그에게 질문 신호를 송출하고, 태그는 내부 메모리에 저장된 자신의 정보를 리더기에게 되돌려 보내는 방식이다. 이러한 방식에도 전파 혹은 유도 결합에 의해 주변 반사를 일으키거나 차폐되거나 읽는 과정에서 방해받을 수 있으며 특수한 산업 환경에 신호에 대한 간섭을 주는 외부의 방해 신호원이 있는 환경 역시 적용이 어렵

다[13]. 그림 2는 기존의 위치 측위 기술들에 대한 범위를 나타낸 것이다.

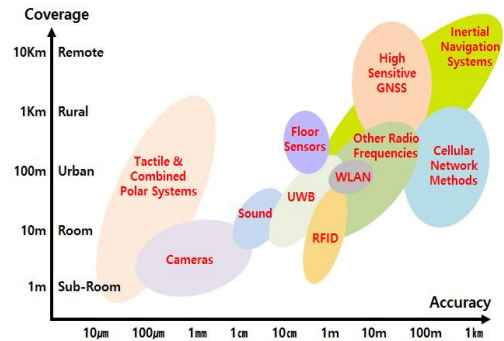


Fig. 2. Coverage and accuracy of Indoor positioning

이와 같은 기존의 방식들은 실내 공간에서의 위치 측위에 대한 정확한 데이터를 측정할 수 없으며, 오차율이 크고, 실내 공간내의 주변 환경에 영향을 많이 받는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 개발된 기술이 BLE(Bluetooth Low Energy)기반의 Beacon으로 최신 기술로 부각되고 있다[14]. Beacon은 기존의 블루투스 방식과 비교하여 스마트폰의 배터리 소모가 적은 장점으로 활용되고 있다. 또한, 사용자가 별도의 설정을 조작하지 않아도 자동으로 사용자의 위치를 파악하고 결과 데이터를 전송하는 기능을 제공한다. 또한, 근접 정보를 이용하는 방식으로 RSS(Received Signal Strength)를 이용하여 사용자의 위치를 결정한다[15][16]. 이와 같은 특징을 갖고 있는 Beacon은 추후 IPS의 위치 측위에서 많은 부분을 차지하는 기술로 활용될 것이다[17]. 그러나, 현재의 Beacon 단일 기술로써 정확한 실내 위치 파악 및 출입통제에 적용하기에는 정밀측정을 요구하는 경우, 정확도가 낮아 보조 역할이 가능한 타 기술과의 융합이 필요하다.

3. 시스템 설계

본 논문에서는 다양한 실내 위치 측정 기법 중 정확성을 향상시킬 수 있으며 기반 서비스와 호환성이 좋은 실내 위치 측정 기술을 분석하기 위한 연구를 수행하였다. 이를 위해, 실내 위치 측정에 활용되고 있는 비콘을 기반으로 실내 위치 측정에 대한 신호를 수집, 분석하여 비콘

을 이용한 실내 위치 측정의 효율성을 분석하기 위한 모듈을 설계하였다. 그림 3은 비콘과 초음파 센서를 활용하여 실내 위치 측정 통합 모듈에 대한 전체 설계 개요를 나타낸 것이다.

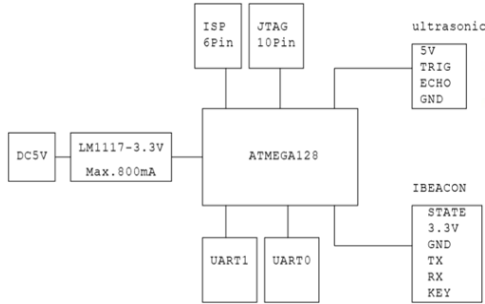


Fig. 3. Integration module overall configuration

스마트폰 사용자의 공간위치 정보를 인식하여 브로드캐스팅 하는 비콘을 오래 작동하도록 배터리의 수명을 연장할 수 있도록 설계한다. 또한, 스마트폰 사용자의 실내 공간위치에 대한 동작을 인식할 수 있도록 모션센서를 추가하였다. 또한, 실내에 특정좌표를 설정하여 사용자의 거리와 ID를 인식하기 위한 통합 모듈을 설계하고 이를 통해 공간위치정보의 거리와 사용자 ID를 인식하도록 구성하였다. 스마트폰 사용자는 신호를 발생하고, 운영서버의 제어를 받기 위하여 신호를 추적하기 위한 앱을 이용한다. 이때 앱은 신호를 발생하기 위한 신호발생기도 공유하여 설치되도록 하며, 동시에 고유 ID에 설정되도록 한다.

실내 공간내에서 사용자의 위치를 보다 정확하게 측위하게 위해 시설물에 정보를 인식하기 위한 신호센서를 특정좌표에 여러 개 설치하여 정보를 수집하도록 구성하였다. 이때 신호센서는 스마트폰의 앱에서 발생된 신호를 인식하여 신호의 거리를 측정하여 계산한 후, 공간 위치를 파악하여 운영서버로 전송한다. 또한, 스마트폰의 위치 공간에서 이동체를 인식하기 위한 모션센서를 공간 내외에 설치할 수 있도록 하였다. 이때 모션센서는 공간 위치를 파악하여 브로드캐스팅하는 비콘을 동작시켜서 비콘이 오래도록 작동할 수 있도록 배터리의 수명을 연장하도록 하였다. 뿐만 아니라 모션센서에서 전송되는 모션은 물론 신호센서에서 전송되는 신호를 인식하여 공간 위치를 파악한 후 운영서버에 전송하는 비콘을 설계하였다. 그림 4, 그림 5 및 그림 6은 통합 모듈 전체 회로

설계시에 반영된 초음파센서, 전원 및 비콘에 대한 회로 설계도를 나타낸 것이다. 초음파센서는 5V, GND, Trig, Echo 단자로 구성되어 있으며, 전원은 800mA이고, Bluetooth 4.0 Module NRF51822 Chipset의 iBeacon으로 통합 모듈을 설계하였다.

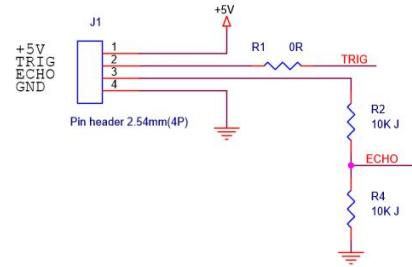


Fig. 4. Ultrasonic wave sensor circuit design

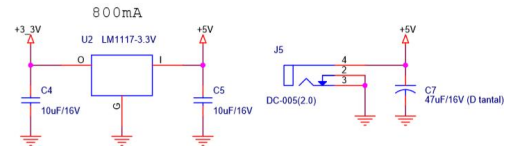


Fig. 5. Power circuit design

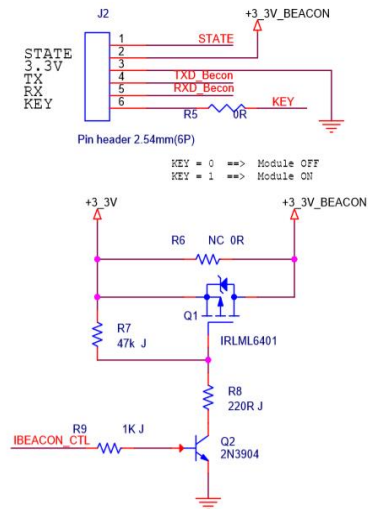


Fig. 6. Beacon circuit design

4. 신호 측정 및 결과 분석

본 논문에서는 비콘을 통한 실내 위치 측위에 대한 효율성을 분석하기 위해 비콘 기반의 실내 위치 측정 통합

모듈을 설계하고 실내 공간의 크기에 따른 신호 측정 및 분석을 수행하였다. 그림 7은 제한한 설계에 따른 통합 모듈을 나타낸 것이다.

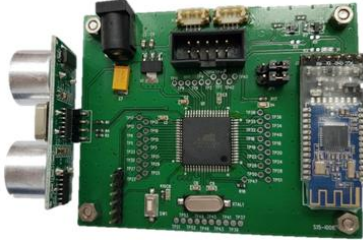


Fig. 7. Integration module

신호 측정을 위한 실험은 2가지 형태로 진행하였다. 첫 번째는 비콘 기반의 통합 모듈을 이용하여 거리에 따른 측정값을 측정, 분석하였고, 두 번째는 공간 크기에 따른 측정값을 측정, 분석하였다. 실험 공간에 대한 실내 장애물을 제거하여 장애물 제한사항은 배제하였으며, 실내 장애물로 인한 신호 분석 실험을 별도로 수행하였다.

먼저, 비콘 기반의 통합 모듈을 이용한 거리별 측정값 측정 실험에서는 통합 모듈 5개에 대한 거리 측정 실험하였다. 데이터 측정은 0.2초당 측정 데이터를 수집하였으며, 모듈 1개당 1,000개의 데이터를 수집하였다. 또한, 거리는 1M, 2M, 3M, 5M 및 10M의 거리별 간격을 두고 데이터를 수집하였다.

거리에 따른 실험 결과, 실내 공간의 환경에 따라 약간의 차이는 발생하였으나, 2M 이내 거리에서 보다 정확한 측정 데이터를 수집할 수 있었다. 즉, 실내 공간에서의 위치 측위에 대한 신뢰성을 확보하기 위해서는 2M 이내의 간격마다 비콘 모듈을 설치하여 위치를 측정하는 환경을 조성해야 할 것으로 판단된다. 그림 8과 그림 9는 거리별 측정값에 대한 평균과 표준편차를 나타낸 것이다.

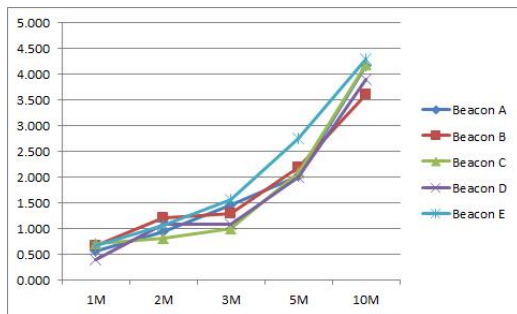


Fig. 8. Measures according to distance

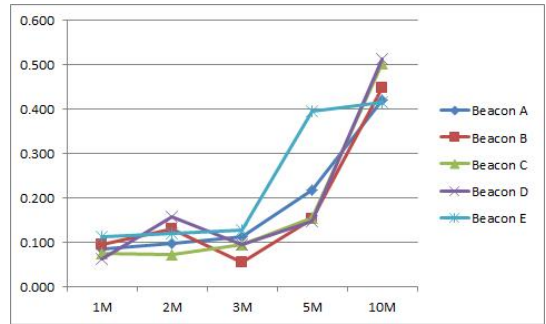


Fig. 9. Standard deviation of measured values

또한, 실내 공간 크기 및 환경에 따른 실험에서는 총 3개의 공간 크기별로 실험을 진행하였다. 실험 공간의 크기는 대, 중, 소로 분류하였으며, 중간 크기의 실내 공간에는 일부의 장애물을 설치하여 결과를 실험을 수행하였다. 우선, 실내 공간의 크기는 가로, 세로가 9M-8M인 공간, 6M-7M인 공간, 2M-5M인 공간으로 선정하였으며, 중간 크기인 6M-7M인 공간에는 책상, 책장 등의 장애물을 일부 설치하여 실험하였다. 각각의 실험 공간마다 가로 방향과 세로 방향에 통합 모듈을 1개씩 설치하는 조건으로 환경을 조성하였다.

실험 결과에서 알 수 있듯이 실내 공간의 크기가 큰 공간이나 작은 공간이나 측정값의 변화는 거의 없었다. 이는, 공간 크기와 상관없이 사용자의 실내 위치를 측정할 수 있다는 것을 알 수 있다. 그러나, 중간 크기 공간의 실험 결과는 나머지 두 공간과 데이터 측정값 분포에서 차이가 나타났다. 이는, 중간 공간에 설치된 일부 장애물로 인해 사용자의 정확한 위치를 측정하는데 방해가 된 것으로 생각된다. 결국, 비콘을 이용한 실내 공간에서의 위치 측위는 공간내의 장애물이 거의 없는 곳에서 보다 정확한 측정값을 추출할 수 있었다.

그림 10과 그림 11은 장애물이 없는 큰 공간과 작은 공간에서의 실내 위치 측정값의 분포도를 나타낸 것이며, 그림 12는 장애물이 있는 중간 공간에서의 실내 위치 측정값의 분포도를 나타낸 것이다. 분포도 측정 결과, 기존의 비콘 단독 시스템을 이용한 분포도 측정보다 이기종 센서 통합 모듈을 이용한 실내 위치 측정값의 분포도가 보다 조밀하게 모여 있는 것으로 나타났다.

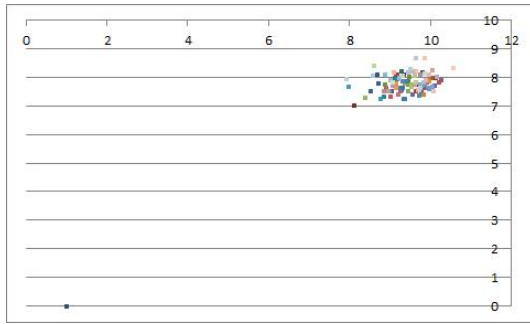


Fig. 10. Measured value distribution in 9M-8M space

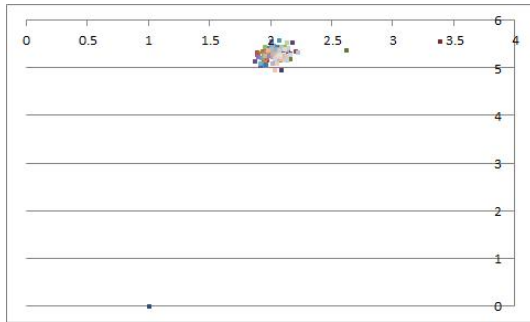


Fig. 11. Measured value distribution in 2M-5M space

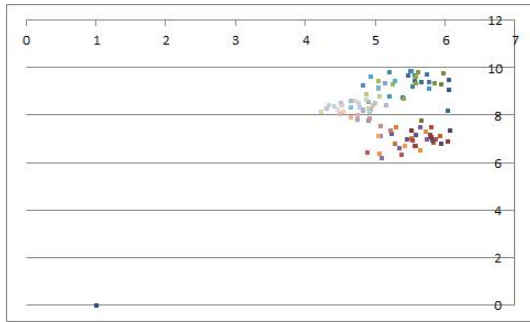


Fig. 12. Measured value distribution in 6M-7M space

5. 결론 및 향후과제

최근에는 실내 공간에서의 활동량이 증가하고 있으며, 실내 공간에서의 사용자 위치 측정 및 인식을 위한 근거리 무선통신을 이용한 다양한 서비스 기술들이 개발되고 있다. 이를 위해 가장 많은 곳에서 사용되고 있는 것이 BLE 무선통신 기술이다. BLE는 전력 사용량을 크게 줄여 적은 배터리 용량으로도 수개월 이상 동작이 가능한 것이며, 이를 이용하여 소형화가 가능하고 비용이 상대

적으로 저렴하므로 디바이스에 대한 비용 부담이 다른 기술에 비해 적으므로 실내 공간에서의 위치 측위에 많이 사용되고 있다.

따라서, 본 논문에서는 다양한 실내 위치 측정 기법 중 정확성을 향상시킬 수 있으며 기반 서비스와 호환성이 좋은 실내 위치 측정 기술을 분석하기 위한 연구를 수행하였다. 이를 위해, 최근 다양한 분야에서 실내 위치 측정에 활용되고 있는 비콘을 기반으로 실내 위치 측정에 대한 신호를 수집, 분석하여 비콘을 이용한 실내 위치 측정의 효율성을 분석하기 위한 설계 및 실험을 수행하고 결과를 분석하였다.

실험 결과, 2M이내의 거리에서 데이터 측정값에 대한 신뢰성을 확보할 수 있었으며, x-y 좌표 공간에서의 실험에서는 공간 크기가 작으면서 장애물이 거의 없는 공간에서 측정된 데이터가 실제 위치 정보와 비교했을 때 근접한 결과를 도출할 수 있었다. 추후 연구에서는 장거리 네트워크 연결에 사용되는 Lora를 적용한 실험을 수행하여 효율성과 신뢰성을 향상시킬 수 있는 기술적 방법론을 제안할 것이다.

REFERENCES

- [1] J. J. Yu, S. Y. Lee & S. W. Ha. (2011). New attention indoor space as a convergence field. *Weekly Technology Trends*, 1571, 14-26.
- [2] C. P. Yoon & C. G. Hwang. (2015). Efficient indoor position systems for indoor location-based service provider. *Journal of the Korean Institute of Information and Communication Engineering*, 19(6), 1368-1373. DOI : 10.6109/jkiice.2015.19.6.1368
- [3] J. Hightower & G. Borriello. (2001). Location systems for ubiquitous computing. *IEEE Computer*, 34(8), 57-66. DOI: 10.1109/2.940014
- [4] H. S. Hwang, J. T. Park, J. S. Kim, G. S. Phyto, I. Y. Moon & J. S. Lee. (2015). Beacon Signal Strength Analysis for Efficient Indoor Positioning. *Journal of Advanced Navigation Technology*, 19(6), 552-557. DOI : 10.12673/jant.2015.19.6.552
- [5] S. H. Jung & S. W. Youn. (2017). The First Korean-Made IT Convergence Electric Skateboard. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(3), 31-40. DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.3.031
- [6] Yongrui Chen, Fei Qin & Weidong Yi. (2014). Guard

- Beacon: An Energy-Efficient Beacon Strategy for Time Synchronization in Wireless Sensor Networks. *IEEE Communications Society*, 18(6), 987-990.
DOI : 10.1109/LCOMM.2014.2323315
- [7] J. H. Lee. (2017). Electronic Attendance-Absence Recording System using BLE Advertising Function of Smartphone. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(1), 7-12.
DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.1.007
- [8] Kenny Seungwoo Ryu & Ahmed A. Kishk. (2009). UWB Antenna With Single or Dual Band-Notches for Lower WLAN Band and Upper WLAN Band. *IEEE Antennas and Propagation Society*, 57(12), 3942-3950.
DOI: 10.1109/TAP.2009.2027727
- [9] M. H. Fazalul Rahiman, R. A. Rahim & H. A. Rahim. (2010). Gas Hold-Up Profiles Measurement Using Ultrasonic Sensor. *IEEE Sensors Journal*, 11(2), 460-461.
DOI: 10.1109/JSEN.2010.2060324
- [10] N. W. Kim, S. Y. Im & D. S. Choi. (2018). Analysis of Receiving sensitivity according to Contact Surface Change of Transmit-Receiver Ultrasonic Sensor for Fuel Level Measurement in CNG Tank. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(4), 137-142.
DOI : 10.15207/JKCS.2018.9.4.137
- [11] Himanshu B. Soni, U. B. Desai & S. N. Merchant. (2011). Low complexity RAKE receiver for TH-based multiuser UWB system with realistic UWB indoor channel. *International Journal of Ultra Wideband Communications and Systems*, 2(1), 44.
DOI : 10.1504/IJUWBCS.2011.038637
- [12] Maria-Gabriella Di Benedetto, Luca De Nardis, Matthias Junk & Guerino Giancola. (2005). (UWB)2: Uncoordinated, Wireless, Baseborn Medium Access for UWB Communication Networks. *Mobile Networks and Applications*, 10(5), 663-674.
DOI : 10.1007/s11036-005-3361-z
- [13] S. M. Rho. (2014). Analysis of RFID Standard Patent Data for RFID Technology Trends. *The Journal of Advanced Navigation Technology*, 18(2), 185-190.
DOI : 10.12673/jant.2014.18.2.185
- [14] J. P. Kim, T. K. Ahn, S. H. Kim & C. H. Ahn. (2016). Indoor Zone Recognition System using RSSI of BLE Beacon. *Journal of the Korean Society for Railway*, 19(5), 585-591.
DOI : 10.7782/JKSR.2016.19.5.585
- [15] Ramsey Faragher & Robert Harle. (2015). Location Fingerprinting With Bluetooth Low Energy Beacons. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 33(11), 2418-2428.
DOI : 10.1109/JSAC.2015.2430281
- [16] Yuan Zhuang, Jun Yang, You Li, Longning Qi & Naser El-Sheimy. (2016). *Sensors (Basel, Switzerland)*, 16(5), 596.
DOI : 10.3390/s16050596
- [17] B. T. Ahn. (2017). Study of Intelligent Coffeeshop Management System based IOT. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(3), 165-171.
DOI : 10.22156/CS4SMB.2017.7.3.165

현 미 진(Hyun, Mi Jin)

[정회원]



- 1997년 2월 : 경남대학교 전산통계학과(이학사)
- 1999년 2월 : 경남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2004년 2월 : 경남대학교 컴퓨터공학과(박사과정수료)

• 관심분야 : 빅데이터, 머신러닝, 통계, IoT

• E-Mail : idream@kyungnam.ac.kr

김 봉 현(Kim, Bong Hyun)

[정회원]



- 2002년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과(공학석사)
- 2009년 2월 : 한밭대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2012년 ~ 2015년 : 경남대학교 컴퓨터공학과 교수

• 2017년 ~ 현재 : U1대학교 스마트IT학과 교수

• 관심분야 : IoT, Medical Service, ICT convergence

• E-Mail : bhhkim@u1.ac.kr